

КОСМОЛОГИЯ И ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ. КОСМОМИКРОФИЗИКА

УДК 530.12+530.16

Букалов А.В.

**О РОЖДЕНИИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ОБЛАСТЕЙ
И ИХ ЭВОЛЮЦИИ
В КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СО СВЕРХПРОВОДИМОСТЬЮ***Центр физических и космических исследований, Международный институт соционики,
ул. Мельникова, 12, г. Киев-50, 04050, Украина. e-mail: bukalov.physics@socionic.info*

Показано, что в космологической модели со сверхпроводимостью, предложенной автором, рождение пространства-времени эквивалентно формированию определенной фазы конденсата первичных фермионов, одной из возможных. Другие фазы конденсата соответствуют пространствам с другими измерениями. Космологическое время является функцией эволюции фазового перехода и из математического параметра превращается в физическую величину. При этом топологические дефекты, такие как вихри, возникающие в формирующейся фазе, можно отождествить с протоядрами галактик. Это разрешает парадокс малого времени формирования сверхмассивных «чёрных дыр», наблюдаемых на больших z .

Ключевые слова: пространство-время, сверхпроводимость, куперовские пары, первичные фермионы, космология, ядра галактик.

1. Введение

В предыдущих работах автора было показано [1–3], что рождение пространственно-временной области можно описать в модели со сверхпроводимостью. Такая область рождается в результате фазового перехода, связанного с конденсацией куперовских пар фермионов планковской массы. Величина соответствующей энергетической щели составляет $\hbar\omega = \Delta = \mu / e^{1/\lambda} = M_P / e^{1/\lambda}$, где μ — химический потенциал ферми-частиц, близкий по величине к планковской массе M_P . При этом масштабный фактор a и размер причинного пространственно-временного локуса хаббловского радиуса R_H растут по закону:

$$\begin{aligned} a(t) &= (8\pi)^{1/2} L_P e^{1/\lambda_z} \\ R_H &= 8\pi L_P e^{1/\lambda_j} . \end{aligned} \quad (1)$$

Величина тёмной энергии, или энергии вакуума, изменяется по закону:

$$E = 4\pi M_P c^2 e^{1/\lambda_i} . \quad (2)$$

Космологическое время также является параметром фазового перехода:

$$H^{-1} = t = 8\pi t_P e^{1/\lambda_j} . \quad (3)$$

Характеристические параметры взаимодействия первичных фермионов $\lambda_z, \lambda_i, \lambda_j \dots$ определяют изменения масштабов и величин в различных, но сопряженных между собой, фазовых переходах — для тёмной энергии, наблюдаемой Вселенной и других компонент конденсата первичных фермионов.

Плотность энергии вакуума, или тёмной энергии, составляет [3]:

$$\rho_v = \frac{M_P^2 \Delta_v^2}{4\pi} = \frac{1}{4\pi G_N} \frac{1}{(8\pi t_P e^{1/\lambda_i})^2} = \frac{M_P P_F \Delta_v^2}{4\pi^2 \hbar^3} ,$$

где P_F — импульс у поверхности Ферми. При $\lambda_i = \alpha_{em}$ $\rho_v = \frac{c^5}{256\pi^3 G_N^2 \hbar e^{2\alpha_{em}^{-1}}} = 6,09 \cdot 10^{-27} \text{ кг/м}^3$,

что соответствует результатам обсерватории PLANK [11].

Критическая плотность энергии Вселенной составляет:

$$\rho_c = \frac{3}{8\pi G_N} H_0^2 = \frac{M_P P_F}{4\pi^2} \Delta_H^2 = \frac{3}{8\pi G_N} \frac{1}{(8\pi t_P e^{1/\lambda_j})^2} = \frac{3c^5}{256\pi^3 G_N^2 \hbar e^{1/\lambda_j}}.$$

В современную эпоху, при $\lambda_j = \alpha_{em}^{-1}$, $P_F = mV_F = m\pi/4$.

2. Пространственно-временная фаза конденсата первичных фермионов

Таким образом, постоянную Хаббла можно рассматривать как эволюционирующую энергетическую щель, соответствующую выражению для скалярной кривизны: $\Delta_H^2 = 6/R_H^2$. Аналогичным образом можно рассмотреть и выражение для средней плотности чёрной дыры:

$$\rho_{BH} = \frac{3M_{BH}}{4\pi R_g^3} = \frac{3}{8\pi G_N} \frac{c^2}{R_g^2} = \frac{mP_F}{4\pi^2} \Delta_g^2,$$

из которого следует, что чёрную дыру можно описать как разновидность гравитационного конденсата первичных фермионов планковской массы [1–3].

Таким образом, возникает несколько видов конденсата, образуемого первичными фермионами. Отсюда следует, что все эти разновидности конденсатов являются различными фазами конденсированного фермионного газа или жидкости. Эти фазы в некоторой степени подобны фазам, образующимся в такой квантовой жидкости, как ${}^3\text{He}$ [4]. Поскольку фермионный конденсат является квантовым объектом, первичные фермионы могут формировать различные фазы как пространственно-временные локусы, которые соответствуют различным пространственно-временным объектам или многообразиям с различной мерностью и количеством энергии. При этом плотность энергии i -го конденсата определяется изменяющейся, эволюционирующей характеристикой энергетической щели:

$$\begin{aligned} \hbar\omega_i &= M / e^{1/\lambda_i}, \quad R_i = L_0 e^{-\lambda_i}, \quad t_i = t_0 e^{1/\lambda_i} \\ \hbar\omega_j &= M / e^{1/\lambda_j}, \quad R_j = L_0 e^{-\lambda_j}, \quad t_j = t_0 e^{1/\lambda_j} \\ &\dots \\ \hbar\omega_n &= M / e^{1/\lambda_n}, \quad R_n = L_0 e^{-\lambda_n}, \quad t_n = t_0 e^{1/\lambda_n} \end{aligned}$$

При этом в теории сверхпроводимости параметр взаимодействия первичных фермионов

$$\frac{1}{\lambda_n} = \frac{\pi\lambda_{F_n}}{2|b|},$$

где λ_{F_n} — n -я длина волны фермиона у поверхности Ферми, $|b|$ — длина рассеяния фермионов при взаимодействии [4]. Отсюда возникает иерархия соответствующих уравнений Фридмана вида [3] для различных фаз конденсата:

$$\frac{1}{a(t)} \frac{da(t)}{dt} = \frac{8\pi}{3} G_N (\rho_m + \rho_r) + \frac{\Lambda_1}{3}, \quad \frac{d^2 a(t)}{dt^2} = -\frac{4\pi}{3} G_N (\rho + 3p) + \frac{\Lambda_1}{3}.$$

Для вакуумного случая $\rho_m = 0$, $\rho_r = 0$ и $a(t) \sim \lambda_{F_j}$

$$\frac{d^2 a(t)}{dt^2} = \frac{\Lambda_1}{3} a(t), \quad \frac{d^2 a(\lambda_{F_j})}{d\lambda_{F_j}^2} = \frac{\pi^2}{4|b|^2} a(\lambda_{F_j}),$$

$$a(t) = a_0 e^{(\Lambda_1/3)^{1/2} t} = (8\pi)^{1/2} e^{\pi\lambda_{F_j}/2|b|} L_P.$$

В современную эпоху $t = e^{1/\lambda_j} \cdot 8\pi t_P = 8\pi e^{\alpha_{em}^{-1}} t_P$, поскольку $\lambda_i^{-1} = \alpha_{em}^{-1} = \pi\lambda_F / 2|b| = 4\pi\hbar c / e^2$. Поэтому для космологического времени t , рассматриваемого как масштабный фактор $t(\tau)$ для другой фазы, возникают аналогичные уравнения с вакуумным решением де Ситтера:

$$\frac{d^2 t(\tau)}{d\tau^2} = \frac{\Lambda_2}{3} t(\tau), \quad \frac{d^2 t(\lambda_{F_\eta})}{d\lambda_{F_\eta}^2} = \frac{\pi^2}{4|b|^2} t(\lambda_{F_\eta}),$$

$$t(\tau) = e^{\tau/r_\Lambda} = 8\pi e^{\pi\lambda_{F_\eta}/2|b|} t_P.$$

Цепочка подобных уравнений может быть продолжена для параметра τ , играющего роль времени уже в другой фазе конденсата [2].

Эти фазы или пространственно-временные многообразия могут быть связаны между собой переменными, например параметрами времени $t, \tau \dots$, поскольку в квантовом случае одни и те же ферми-частицы могут участвовать в формировании различных фаз в силу принципа суперпозиции их колебаний. При этом причинная связность и однородность пространственно-временной области, задаваемой параметром Хаббла, определяется когерентностью этой области, а размер области определяется расстоянием между фермионами с коррелированными импульсами:

$$R_H = cH^{-1} = \xi_H = \frac{\pi v_F}{\Delta_0} = \frac{\hbar}{P_F} e^{\frac{\pi \hbar}{2 P_F |b|}} = \lambda_F e^{1/\lambda_j}.$$

$$\text{Для фазы, связанной с тёмной энергией, } \lambda_i^{-1} = \alpha_{em}^{-1} = \frac{\pi \lambda_F}{2 |b|} = \frac{\pi P_b^*}{2 P_F}$$

$$\xi_v = \frac{2L_P}{\pi \alpha} e^{\alpha_{em}^{-1}}.$$

3. Возможный механизм формирования ядер галактик

Для сверхтекучей жидкости естественно образование вихрей — в случае вращения, расширения или воздействия внешнего поля это может быть энергетически выгодным. Такие вихри и другие топологические дефекты могут возникать в расширяющейся Вселенной в формирующейся i -той фазе конденсата. Вихрь с радиусом r_i становится гравитирующим объектом, когда его радиус r_i начинает превышать корреляционную длину взаимодействия первичных фермионов в этой фазе, которая близка к радиусу Хаббла R_H или равна ему: $r_i \cong \xi_i = R_H$. Такой пространственно-временной вакуумный вихрь оказывается причинно-связанным объектом в пределах собственного гравитационного радиуса $r_i = r_g = C_1 R_H$, где C_1 — константа. Для внешнего наблюдателя при $R_H > r_g$ он может выглядеть как объект, обладающий спином (вращением) и находящийся под гравитационным радиусом. Формально такой объект может выглядеть как чёрная дыра, однако его внутренняя структура может быть сложно устроенной и состоять из ряда конденсатных фаз, или пространственно-временных локусов с различной мерностью. Это дает принципиально иной механизм формирования ядер галактик в ранней Вселенной, рассматриваемых сейчас как сверхмассивные чёрные дыры. Как известно, существующие модели классического образования сверхмассивных чёрных дыр сталкиваются с серьёзными трудностями, поскольку обеспечить появление в течение нескольких сот миллионов лет наблюдаемых на высоких z чёрных дыр с массами $5 \cdot 10^9 \div 3 \cdot 10^{10} m_\odot$ очень проблематично. Однако в рамках модели со сверхпроводимостью протоядра галактик с необходимой массой возникают естественным образом. Близкие к этой концепции модели разрабатываются в виде «dark energy stars» [6], в модели М.Ю. Хлопова [7], рассматривающей коллапс вихрей комплексного хиггсовского поля в ранней Вселенной. Отметим также, что для нашей Галактики масса её ядра может быть описана по формуле теории сверхпроводимости:

$$M_{NG} = 3,06 \cdot \frac{3}{2} \frac{M_H}{M_P} \langle \varphi \rangle = 3,06 \cdot 6\pi e^{\alpha_{em}^{-1}} \langle \varphi \rangle, \quad (4)$$

где $\langle \varphi \rangle = 246,3 \text{ ГэВ}$ — вакуумное среднее хиггсовского поля.

Ранее автором была выдвинута гипотеза, что ядро нашей Галактики представляет собой вакуумный объект под гравитационным радиусом [8, 9]. Это позволяет объяснить происхождение довольно интенсивного (с энергией 0,511 МэВ) потока позитронов вокруг Галактического центра.

Центр конденсатного вихря может представлять собой полую нить в виде «кротовой норы», соединяющей различные области пространства-времени и другие вихри. В классическом случае этому соответствует решения для чёрной и белой дыр на глобальной карте про-

странства-времени [10], однако в квантовом варианте можно рассматривать более общий случай, если учитывать принцип суперпозиции и множество конденсатных фаз. Это означает, что кроме расширения пространства-времени, задаваемого линейным масштабным фактором $a(t)$, могут существовать и другие формы движения пространства-времени, в том числе в виде вихрей. Радиус пространственно-временных конденсатных вихрей в начале расширения Вселенной может значительно превышать хаббловский радиус. При скорости роста хаббловского радиуса причинного горизонта событий, превышающей скорость роста радиуса пространственно-временного вихря, когда $\dot{r}_H > \dot{r}_w$ такой вихрь становится причинно-связным в пределах своего гравитационного радиуса.

4. Выводы

1. Космологическая теория со сверхпроводимостью позволяет описать рождение пространственно-временных областей различной мерности, включая пространство-время наблюдаемой Вселенной как формирующиеся фазы конденсата, образованного первичными фермионами.
2. Вихри, возникающие в формирующемся конденсате, могут рассматриваться как вихревые движения пространства-времени, которые превращаются в ядра галактик, когда радиус вихря становится равным хаббловскому причинному радиусу. Для внешнего наблюдателя такие объекты выглядят как сверхмассивные чёрные дыры.

Л и т е р а т у р а :

1. Букалов А.В. Решение проблемы космологической постоянной и сверхпроводящая космология // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2011. — № 1. — С. 17–23.
2. Букалов А.В. Сверхпроводящая космология: от макроскопических уравнений ОТО к квантовой микроскопической динамике // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2013. — № 1. — С. 31–35.
3. Букалов А.В. Решение проблемы темной энергии и энергии вакуума в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 1. — С. 5–14.
4. Гургенишвили Г. Е., Харадзе Г. А. Исследования свойств сверхтекучих фаз жидкого ^3He . — Тбилиси: «Мецниереба», 1987. — 162 с.
5. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Статистическая физика. Часть 2. Теория конденсированного состояния. — М.: Наука, 1978. — 448 с. — («Теоретическая физика», том IX).
6. Dymnikova I. gr-gc/0113052, 20 December 2001.
7. Хлопов М. Ю. Основы космомикрофизики. — М.: Едиториал УРСС, 2004. — 368 с.
8. Bukalov A.V. The origin of positrons in the Galactic Centre and model of the Nucleus of the Galaxy //4-th International Symposium “Physics of high energies, cosmology and gravitation”, Kiev, 18–23 October, 2010.
9. Букалов А.В. Происхождение позитронного потока в Галактическом центре и модель ядра Галактики // 10-я Гамовская летняя астрономическая школа-конференция. — Одесса, 2010.
10. Новиков И.Д., Фролов В.П. Физика черных дыр. — М.: Наука, 1986. — 328 с.
11. Planck Collaboration. Planck 2013 results. I. Overview of products and scientific results. — arXiv:1303.5062 [astro-ph.CO].

Статья поступила в редакцию 10.05.2015 г.

Bukalov A.V.

On the birth of space-time regions and their evolution in the cosmological models of superconductivity

It is shown that in the cosmological model with superconductivity, proposed by the author, the birth of space-time is equivalent to the formation of particular phase of primary fermions condensate, one of the possible. Other condensation phases are corresponding to space with other measurements. The cosmological time is a function of the evolution of the phase transition and is converted from a mathematical parameter into a physical quantity. Thus the topological defects, such as vortices arising in the emerging phase, can be identified with galaxies proto-nuclei. That resolves the paradox of short time for formation of supermassive “black holes”, observed at high z .

Keywords: space-time, superconductivity, the Cooper pairs, primary fermions, cosmology, galactic nuclei.